

تحضير ودراسة الخصائص التركيبية والبصرية لآغشية بولي إيثيلين جلايكول الرقيقة والمطعمة بصبغة رودامين G6

رنا طالب صيهد

وزارة التربية، مديرية تربية الرصافة الثانية - بغداد - العراق

rana1988t@gmail.com

07731125449

مستخلص البحث:

لتحضير أغشية بوليمرية ذات خواص بصرية يمكن تطبيقها في المتحسسات البصرية وغيرها من النبائط الالكتروبصرية تم تحضير أغشية رقيقة من بوليمر البولي إيثيلين جلايكول بطريقة الطلاء الدوراني على ركائز زجاجية و من ثم تطعيمها بنسب مختلفة من صبغة الرودامين G6 (2 و 4 wt.%). من خلال صور المجهر الالكتروني الماسح - تأثير المجال تبين ان الأغشية المحضرة تمتلك سطوحاً متجانسة و منتظمة و تحتوي على بعض العيوب الطفيفة وان اضافة صبغة الرودامين لا تؤثر على مورفوجيا الأغشية المحضرة . اما انماط حيود الأشعة السينية فقد بينت ان جميع العينات ذات تركيب متعدد التبلور وان الحالة البلورية تتحسن بعد التطعيم بصبغة الرودامين. تشخيص الخواص البصرية اجري باستخدام مقياس الطيف الضوئي للأشعة فوق البنفسجية والمرئية UV-Vis. حيث تم قياس ودراسة كل من الامتصاص، النفاذية، معامل الامتصاص وطاقة الفجوة البصرية بلاضافة الى الثوابت البصرية المتمثلة بمعامل الخمود ومعامل الانكسار عند مدى الطول الموجي من 300 إلى 650 نانومتر، وقد تبين التأثير الواضح للتطعيم بصبغة الرودامين على هذا المعلمات البصرية . تأثير التطعيم بصبغة الرودامين وسلوك معامل الانكسار مع طاقة الفوتون الساقط اشار الى امكانيات تطبيق هذه الأغشية في الموجّهات و الحساسات ضوئية .

الكلمات المفتاحية : البوليمرات ، بولي إيثيلين جلايكول ، رودامين G6 ، الأغشية الرقيقة
المقدمة:

في العقد الماضي، ولّد البوليمر الكثير من الاهتمام على المستوى الدولي لقدرته على حل مجموعة واسعة من مشاكل الصناعة في مجال تكنولوجيا النانو والأجهزة الإلكترونية. العديد من الشركات تقوم الآن بتصميم وبيع وحدات البوليمر على مستوى العالم لمجموعة واسعة من المنتجات المنتشرة في الأسواق. تعمل العديد من مراكز الأبحاث أيضاً على تحسين و تطوير أغشية البوليمر الرقيقة والدراسات الأساسية للبوليمر وتقنيات البوليمر للتحضير والتطبيق [1] . في الآونة الأخيرة، تم التركيز بشكل أكبر على أغشية البوليمر الرقيقة التي تلعب دوراً متزايد الأهمية في التطبيقات التكنولوجية التي تتراوح بين الطلاء والمواد اللاصقة والطباعة على الشرائط العضوية الباعثة للضوء والعديد من الأجهزة القائمة على المواد العضوية، بما في ذلك أجهزة الاستشعار وأجهزة الكشف [2]. الخصائص الفيزيائية للبوليمرات، سوى الجزيئات الصغيرة منها او البوليمرات ذات السلسلة الطويلة ، يصعب عموماً التنبؤ بخصائصها عند تحويلها الى أغشية رقيقة وسبب ذلك إنها تظهر تأثير (الحبس) بالإضافة إلى تأثير التفاعلات البينية بين المكونات المادية لها. تحقيقاً لهذه الغاية، الأغشية البوليمرية الرقيقة غالباً ما تظهر خصائص فيزيائية تختلف بشكل كبير من السلوك البوليمرات السميكة او المساحيق. ويرجع ذلك إلى التأثير المتزايد للتأثيرات الانتروبية (الحبس

والسلسلة "التعبئة") والتفاعلات البينية مع انخفاض سمك الغشاء [3]. إن أغشية البوليمر الرقيقة الملونة عبارة عن مواد منخفضة التكلفة ومتعددة الاستخدامات تجذب انتباه العديد من العلماء الذين يعملون في مواضيع مختلفة. يمكن استخدام الأغشية الرقيقة من البوليمر في تطبيقات مختلفة اعتماداً على مواد البوليمرات. على سبيل المثال، يمكن استخدام الخصائص البصرية للبوليمرات لمنع الانعكاسات، وإيضاً تلعب دور مهم في إنتاج وآلية عمل العديد من الأجهزة الإلكترونية-البصرية مثل الدايودات الباعثة للضوء العضوية، وأجهزة الاستشعار لمختلف التطبيقات، والأجهزة الكهروضوئية العضوية [4] [5]. البولي (إيثيلين جلايكول) PEG وهو مركب بولي إيثر اصطناعي ويسمى أكسيد البولي إيثيلين PEO أو بولي أوكسي إيثيلين، POE التركيب الكيميائي لـ PEG هو $H-(O-CH_2-CH_2)_n-OH$ وهو متوفرة على نطاق واسع من الأوزان الجزيئية من 200 إلى عشرات الآلاف. في درجة حرارة الغرفة يكون على شكل مادة صلبة شمعية بيضاء اللون عند الأوزان جزيئية الأكبر من 800، في حين يكون على شكل سائل كثيف ولزج، عديم اللون وقابل للذوبان في الماء عند الجزيئية الأوزان الأصغر من 600. البولي (إيثيلين جلايكول) يجذب الكثير الاهتمام بسبب خصائصه الفريدة، مثل عدم السمية، والتوافق الحيوي، غير مؤثر على المناعة، محب للماء، مستقر حرارياً، وأكثر صديقة للبيئة. كما أن PEG متاح ومتوفر تجارياً مما قد يقلل من تكلفة التجارب. كما تم قبول PEG من قبل إدارة الغذاء والدواء في الصناعات التجميلية لأنه لا يسبب أضراراً عندما يتلامس مع الشفاه أو الجلد [6] [7]. الرودامين G6 هو صيغة من عائلة الرودامين عالية الفلورسنت. غالباً ما يستخدم كصبغة تتبع داخل الماء لتحديد معدل واتجاه التدفق والسوائل. تتألق أصباغ الرودامين وبالتالي يمكن اكتشافها بسهولة وبتكلفة زهيدة باستخدام أدوات تسمى مقاييس التألق. تُستخدم أصباغ الرودامين على نطاق واسع في تطبيقات التكنولوجيا الحيوية مثل الفحص المجهرى الفلوري، وقياس التدفق الخلوي، والتحليل الطيفي الارتباطي الفلوري. كذلك شائع الاستخدام في مجسات الفلورسنت، مع امتصاص عالي في منطقة 500-550 نانومتر ومدى تألق يتراوح بين 550-590 نانومتر، وله أقصى امتصاص عند 530 نانومتر وأقصى تألق عند 565 نانومتر [8] [9]. قام العديد من الباحثين في دراسة تطعيم البوليمر بالأصباغ حيث قام الباحث كوي تيان وجماعة 2022 بتحضير الياف بوليمرية مطعمة بصبغة الرودامين ودراسة تأثير درجة حرارة التحضير عليها ومن ثم دراسة خواصها البصرية [10]. بينما قام نيكو لارس جروتكوب وجماعته 2022 بتحضير أغشية رقيقة بطريقة صب الشرائط ودراسة الخواص الفيزيائية لها ومن ثم تطبيقها في بطاريات الليثيوم القابلة للشحن [11]. شانموغاناثان فينكاتيسان وجماعته 2023 قاموا بتحضير أغشية رقيقة من خلاط الإيثيلين جلايكول ذات الأوزان الجزيئية المختلفة ومن ثم تطبيقها في الخلايا الشمسية الصبغية [12]. الهدف من هذا البحث التركيز على طريقة سهلة وغير مكلفة للحصول على أغشية بوليمري رقيقة ملونه. حيث يكون النهج المتبع لتحضيرها سهل الاستخدام مع شرح دراسة الخواص المورفولوجية والتركيبية للعينات المحضرة بالإضافة إلى الخواص البصرية المتمثلة بطيف الامتصاص والنفاذية والمعلومات التي تحسب من خلالهما. بحيث تقدم النتائج النهائية لهذا العمل أثراً للباحثين والعاملين في مجال البحوث بحيث تكون مناسبة للاستخدام للتطبيق العملي الواقع ضمن أهدافهم. حيث يتم تضمين النتائج المناسبة لمساعدتهم في تحقيق الأهداف العلمية. وقد اختير بوليمر البولي إيثيلين جلايكول المطعمة بصبغة رودامين G6 لتحقيق هذا الغرض.

الجزء العملي

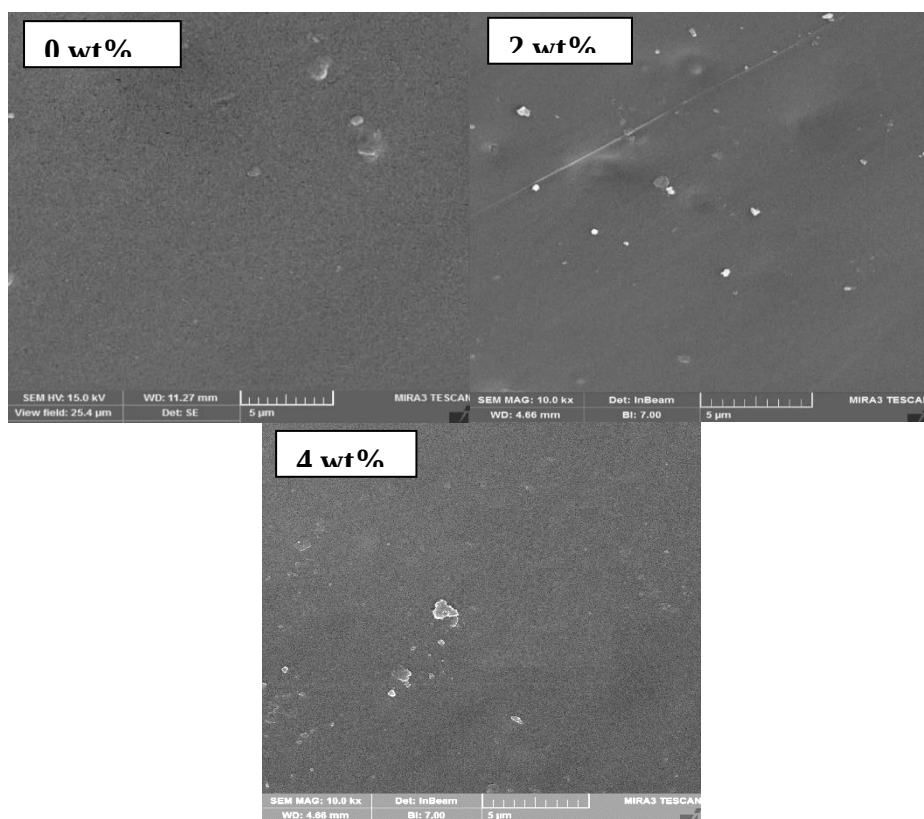
تم تحضير الأغشية الرقيقة من مادة بولي إيثيلين جلايكول النقية و المطعمة بنسب وزنية مختلفة من صبغة الرودامين G6 (2 و 4 wt.%) باستخدام طريقة الطلاء الدوراني. تم توفير البولي إيثيلين جلايكول من شركة Alpha chemika وبوزن جزيئي 200 g/mol وصبغة الرودامين 6G من شركة Lambda. حيث تم اذابة البولي إيثيلين جلايكول في الكلوروفورم وبنسبة وزنية 25 wt.% و وضعه تحت التحريك المستمر لمدة نصف ساعة، للحصول على محلول متجانس، بعدها تم وضعه في جهاز الطلاء الدوراني عند سرعة 1500 دورة في الدقيقة لمدة دقيقة واحدة على ركيزة زجاجية، أعيدت نفس الخطوات لكن مع اضافة صبغة الرودامين، بعدها تركت العينات لتجف جيداً لمدة يومين. استعمل في قياس السمك الطريقة البصرية. وذلك عن طريق اسقاط شعاع ليزر (هليوم- نيون) على الغشاء بزاوية (45)، و بقياس سمك الهذب المظلم والمضيء. وبأتباع العلاقة الأتية يحسب السمك [13]:-

$$t = \frac{\lambda}{2} \frac{\Delta x}{x} \dots\dots(1)$$

حيث t يمثل سمك الغشاء ، λ الطول الموجي لشعاع الليزر (632.8 نانومتر) ، Δx عرض الهذب المظلم و x عرض الهذب المضيء . ووجد ان معدل سمك الاغشية هو 645 نانومتر . تم إجراء الفحوصات المورفولوجية باستخدام المجهر الإلكتروني ذي تأثير المجال FE-SEM Tescan Mira3 FS-SEM للدراسة مورفولوجية العينات. تم استخدام مطياف حيود الاشعة السينية (Phillips Xpert type) لدراسة الخواص التركيبية للعينات. أخيراً، تم استخدام مقياس مطياف الاشعة المرئية-فوق بنفسجية SHIMADZU UV-1650 لإجراء القياسات البصرية.

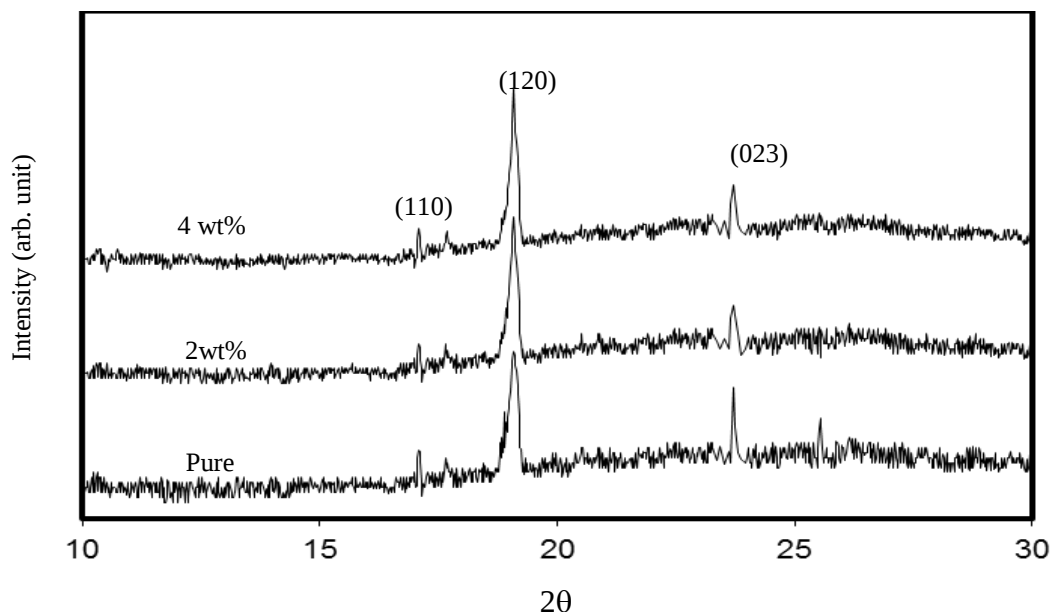
النتائج والمناقشة

الشكل رقم (1) يُظهر صور المجهر الإلكتروني ذي الانبعاث المجال لاغشية بولي إيثيلين جلايكول النقية والمطعمة بنسب وزنية مختلفة من صبغة الرودامين 6G. يبين الشكل الصور المأخوذة من منتصف الاغشية البوليمرية الرقيقة. على الرغم من أن جميع الاغشية تبدو متجانسة عنده نفس درجة التكبير وتقريباً ذات مورفولوجية متشابهة وهذا بديهي حيث تم تحضيرها في نفس شروط التحضير وان صبغة الرودامين ليس لها تأثير على مورفولوجية الاغشية المحضرة، إلا أنها جميعها بها عيوب صغيرة في السطح. تظهر هذه العيوب على شكل نقاط بيضاء صغيرة في صور المجهر. قد تكون هذه النقاط عبارة عن بوليمرات مجمعة أو جزيئات غبار صغيرة. تظهر صور العينة المطعمة ب 2 wt % من صبغة الرودامين بوضوح هذه العيوب، على عكس العينة النقية و المطعمة بنسبة 4 wt % اللتين تتمتعان بسطح نظيف نسبياً مقارنة بغيره. ومع ذلك، هناك نقاط تظهر في كل صورة والتي يمكن رؤيته، هذا ليس عيباً في الاغشية البوليمرية، حيث كونها قليلة جداً. و أن هذه العيوب تعتبر مقبولة مقارنة بالهدف الذي نريد الوصول اليه وهو الحصول على اغشية بوليمرية عالية التجانس. وان صفة التجانس تكون واردة جداً في طريقة الطلاء الدوراني حيث تنتشر المادة بالتساوي على الركيزة عند تحضير العينات.



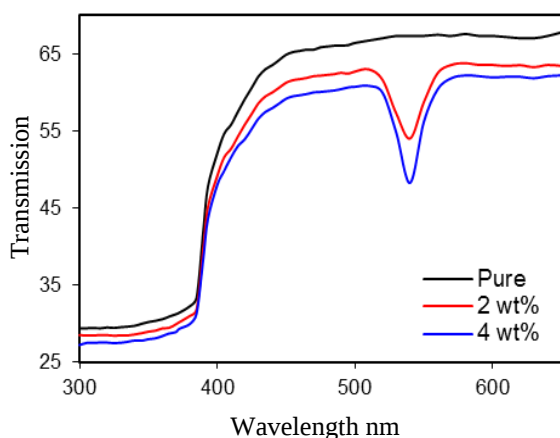
الشكل رقم 1 : صور انبعاث المجال- المجهر الالكتروني الماسح للعينات المحضرة النقية و المشبعة بالصيغة

تعتبر دراسة حيود الأشعة السينية أداة مفيدة لمعرفة التركيب الهيكلي والحالة البلورية للبوليمرات وتأثير التطعيم والاضافة عليها. من أجل التحقيق في تأثير صبغة الرودامين تم دراسة نمط حيود الأشعة السينية لاغشية بولي إيثيلين جلايكول النقية والمطعمة بنسب وزنية مختلفة من صبغة الرودامين G6، وكما موضح في الشكل رقم (2). حيث يتبين ان جميع العينات ذات تركيب متعدد التبلور حيث وجود العديد من القمم المميزة في انماط الحيود العائد لها. نمط حيود الأشعة السينية لاغشية بولي إيثيلين جلايكول النقية يتميز بوجود خمس قمم مميزة اثنتان منها ذات شدة عالية جدا تقع هذه القمم عنده زوايا الحيود 20, 25.04, 23.7, 19.1, 17.7, 17.02 وهذا القمم تعود الى التركيب متعدد التبلور العائد الى بولي إيثيلين جلايكول، والتي تنشأ من ترتيب السلاسل الجانبية من البولي إيثر لوجود قوة التفاعل بين الجزيئات و سلاسل بولي إيثيلين جلايكول من خلال الاواصر الهيدروجينية وهذا يتفق مع ما توصل اليه الباحثون في الادبيات [14] [15] [16]. بالنسبة لانماط حيود الأشعة السينية العائدة للاغشية البولي إيثيلين جلايكول المطعمة بالرودامين والمبينة ايضا في الشكل (2) فنلاحظ وجود تأثير ايجابي لهذا الصبغة على تحسين التركيب البلوري للبولي إيثيلين جلايكول حيث اختفاء القمة الموجود عنده زاوية الحيود 25.04 وزيادة بسيطه في شدة القمة المميزة عند زاوية الحيود 19.1 والتي تزداد بزيادة تركيز صبغة الرودامين.

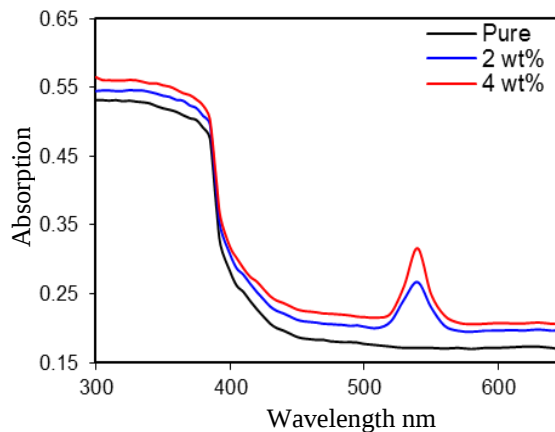


الشكل رقم 2 : نمط حيود الاشعة السينية للعينات المحضرة النقية و المشوبة بصبغة الرودامين G6

تم إجراء التحليل البصري لتحديد تأثير إضافة صبغة الرودامين الى اغشية البولي إيثيلين جلايكول الرقيقة ، حيث تم دراسة كل من الامتصاص، النفاذية، معامل الامتصاص وطاقة الفجوة البصرية بلاضافة الى الثوابت البصرية المتمثلة بمعامل الخمود ومعامل الانكسار عند مدى الطول الموجي من 300 إلى 650 نانومتر باستخدام مقياس الطيف الضوئي فوق البنفسجي والمرئي. يوضح الشكل (3) طيف الامتصاص لاغشية البولي إيثيلين جلايكول الرقيقة النقية والمطعمة بصبغة الرودامين ومن هذا الشكل نلاحظ ان اغشية البولي إيثيلين جلايكول النقية تكون ذات امتصاص عال للاطوال الموجية القصير الاقل من 400 نانومتر بعدها يبداء الامتصاص بالتناقص مع زيادة الطول الموجي هذا السلوك يتغير بعض الشيء عند التطعيم بصبغة الرودامين حيث تظهر قمة امتصاص عند الطول الموجي 540 نانومتر وتزداد شدتها مع زيادة نسبة التطعيم بالصبغة ، هذا القمة تعود الى صبغة الرودامين والنتيجة من الانتقالات الالكترونية $\pi-\pi^*$ وهذا الانتقال هو الاساسي في صبغة الودامين والمرتبطة بحلقة البانزين الموجود في تركيبه . هذه النتائج تتفق مع الادبيات السابق والتي درست امتصاصية صبغة الرودامين [17] . من جهة اخرى نلاحظ ان الامتصاص بصورة عامة يزداد مع زيادة نسبة التطعيم في اغشية البولي إيثيلين جلايكول الرقيقة. الشكل (4) يبين العلاقة بين طيف النفاذية لاغشية البولي إيثيلين جلايكول الرقيقة النقية والمطعمة بصبغة الرودامين ومنه نلاحظ السلوك المعاكس لطيف الامتصاص وهو امر متوقع بسبب العلاقة الرياضية بين طيف الامتصاص والنفاذية.



شكل (4). طيف النفاذية للعينات المحضرة النقية و المشوبة بالصبغة.

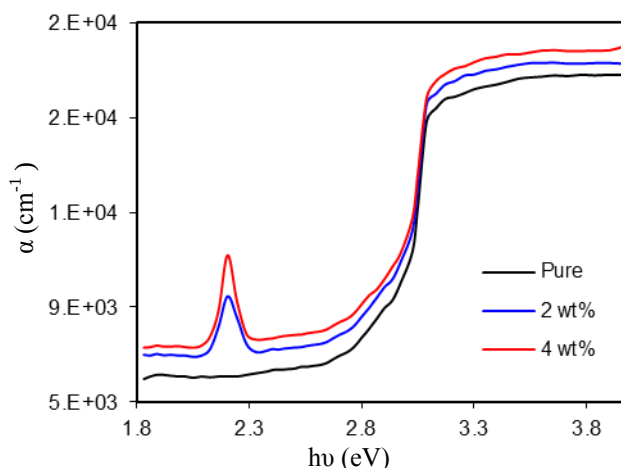


شكل (3). طيف الامتصاص للعينات المحضرة النقية و المشوبة بالصبغة.

الشكل (5) يبين العلاقة بين معامل الامتصاص α و طاقة الفوتون الساقط لاغشية البولي إيثيلين جلايكول الرقيقة النقية والمطعمة بصبغة الرودامين حيث تم حساب معامل الامتصاص اعتماداً على المعادلة أدناه [17]

$$\alpha = 2.303 (A/t) \dots \dots (2)$$

حيث A هو الامتصاص و t سمك الغشاء. ومن الشكل نلاحظ ان معامل الامتصاص يزداد مع زيادة نسبة التطعيم بالصبغة. بالإضافة الى ان قيمة معامل الامتصاص تقع بحدود $10^3 - 10^4$ سم⁻¹. واعتماداً عليها فان من المرجح ان يكون نوع الانتقال البصري هو من نوع المباشر المسموح [18]. تم حساب فجوة الطاقة البصرية لاغشية البولي إيثيلين جلايكول الرقيقة النقية والمطعمة بصبغة الرودامين بالاعتماد على معادلة تاوس [18]



شكل (5). العلاقة بين معامل الامتصاص وطاقة الفوتون الساقط للعينات المحضرة النقية و المطعمة بالصبغة.

$$\alpha h\nu = b (h\nu - E_g)^r \dots\dots\dots(3)$$

حيث

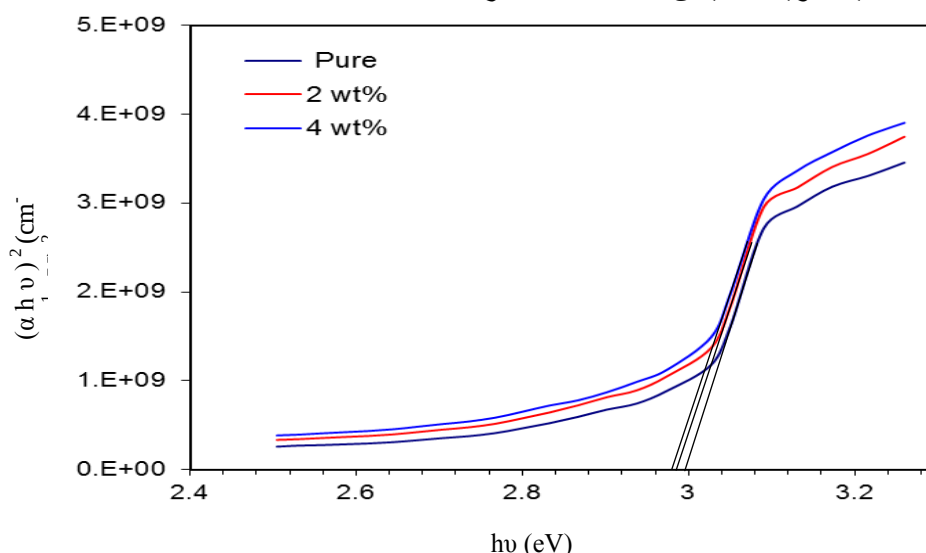
b ثابت يعتمد على طبيعة المادة.

E_g فجوة الطاقة الممنوعة.

$h\nu$ طاقة الفوتون الممتص.

r قيمة تعتمد على طبيعة ونوع الانتقالات الالكترونية.

ولكون الانتقال من نوع المباشر المسموح كانت قيمة r تساوي $r=1/2$ ، ولغرض تعيين فجوة الطاقة البصرية للأغشية المحضرة، رسمة العلاقة بين $(\alpha h\nu)^2$ وطاقة الفوتون الساقط (الشكل 6) وبرسم مماس من افضل خط مستقيم تمر به النقاط بعد حافة الامتصاص فان تقاطع هذا المماس مع المحور السيني يعطي قيمة فجوة الطاقة . ومن الشكل نلاحظ ان قيمة فجوة الطاقة للأغشية النقية كانت بحدود 3 إلكترون- فولت وهي متوافق مع الادبيات السابقة التي درسة فجوة الطاقة لأغشية البولي إيثيلين جلايكول. هذا القيمة تأخذ بالتناقص بعد التطعيم بصبغة الرودامين لتكون ، 2.90 و 2.95 عند نسبة التطعيم 2 و 4 wt.% وهذا يعزى الى انه عندما يتم تطعيم غشاء البولي إيثيلين جلايكول بصبغة الرودامين G6، يحدث تداخل بين مستويات الطاقة الإلكترونية في البوليمر والصبغة. صبغة الرودامين G6 لديها مستويات طاقة قريبة من فجوة الطاقة في بوليمر البولي إيثيلين جلايكول ، وعند تطعيم البوليمر بهذه الصبغة، يتم نقل الإلكترونات بشكل أسهل بين مستويات الطاقة. هذا يؤدي إلى تقليل فجوة الطاقة البصرية في العينات المطعمة . من المعلمات المهمة التي تم دراستها لأغشية البولي إيثيلين جلايكول الرقيقة النقية والمطعمة بصبغة الرودامين هي الثوابت البصرية المتمثلة بمعامل الانكسار و معامل الخمود . حيث يرتبط معامل الانكسار و معامل الخمود بالتفاعل بين المادة والضوء الساقط، ويرتبطان بالانكسار والامتصاصية (على التوالي). يمكن اعتبارها "بصمة المادة". توفر طلاءات مواد الأغشية الرقيقة على ركائز مختلفة وظائف مهمة لصناعة النباتات الالكتروبصرية الدقيقة، ويجب قياس معامل الانكسار



شكل (6). العلاقة بين $(\alpha h\nu)^2$ وطاقة الفوتون الساقط للعينات المحضرة النقية و المطعمة بالصبغة.

و معامل الخمود ، بالإضافة لمكونات الأغشية الرقيقة من أجل التحكم فيها للسماح بادخالها في تصنيع هذه النبائط. تم حساب ثابت الخمود بالاعتماد على المعادلة [19]

$$k=\alpha\lambda/4\pi \dots\dots(4)$$

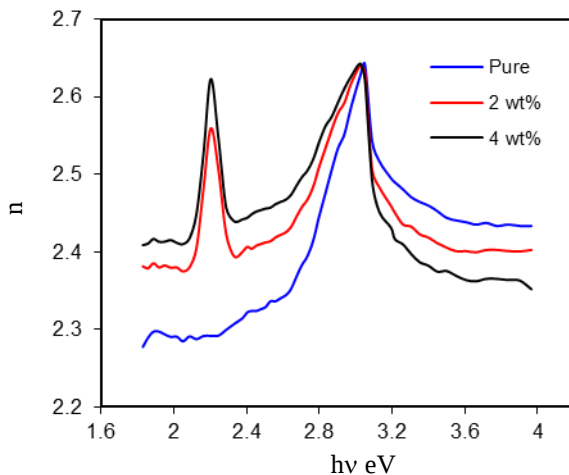
الشكل (7) يبين العلاقة بين معامل الخمود و طاقة الفوتون الساقط لاغشية البولي إيثيلين جلايكول الرقيقة النقية والمطعمة بصبغة الرودامين. ومنه نلاحظ ان التناقص الواضح لقيمة معامل الخمود مع طاقة الفوتون الساقط . ومن جهة اخرى نلاحظ ان التطعيم بصبغة الرودامين يؤدي الى تناقص طفيف في قيم معامل الخمود لكنه يحافظ على سلوكه العام مع طاقة الفوتون الساقط . ان هكذا سلوك يمكن ان نرجعه الى العلاقة الوثيقة بين معامل الخمود و قيم معامل الامتصاص . كذلك ان التطعيم بصبغة الرودامين قد يغير الخصائص البصرية للمادة، مثل السماحية الكهربائية ومعامل الانكسار، مما يؤثر بدوره على معامل الخمود. عادة، يكون التطعيم بصبغة لديه تأثيرات معقدة على استجابة المادة للإشعاع الكهرومغناطيسي، ويمكن أن يؤدي إلى تغيير في توزيع الإلكترونات في المادة، مما يفسر التناقص الطفيف في معامل الخمود. اما الشكل (8) فيبين العلاقة بين معامل الانكسار و طاقة الفوتون الساقط لاغشية البولي إيثيلين جلايكول الرقيقة النقية والمطعمة بصبغة الرودامين، والذي تم احتسابه بالاعتماد على المعادلة [20]

$$n=\left[\frac{4R}{(R-1)^2}-k^2\right]^{1/2}-\frac{(R+1)}{(R-1)}\dots\dots\dots(5)$$

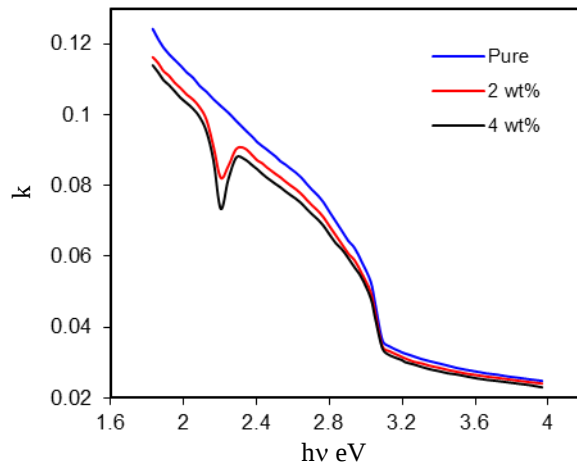
حيث R تمثل الانعكاسية والتي تم حسابها من خلال القانون:-

$$R=1-T-A \dots\dots\dots(6)$$

حيث T تمثل النفاذية



شكل (8). معامل الانكسار كدالة لطاقة الفوتون الساقط للعينات المحضرة النقية و المطعمة بالصبغة.



شكل (7). معامل الخمود كدالة لطاقة الفوتون الساقط للعينات المحضرة النقية و المطعمة بالصبغة.

ومن هذا الشكل نلاحظ السلوك غير المنتظم لمعامل الانكسار مع زيادة طاقة الفوتون الساقط و وجود قمم يبلغ بها معامل الانكسار ذروته عند الطاقة 2.2 إلكترون – فولت و 3.02 إلكترون- فولت . وبعدها يبدأ بالتناقص . وكذلك نلاحظ ان معامل الانكسار يتناقص مع زيادة نسبة التطعيم

بصبغة الرودامين عند الطاقات الأقل من 3.02 إلكترون- فولت اما عند الطاقات الاكثر منها فان التطعيم يعمل بشكل عكسي من خلال زيادة معامل الانكسار مع زيادته نسبة التطعيم . وقد يعزى ذلك الى ان الطاقات العالية قادرة على إثارة الإلكترونات إلى مستويات طاقة أعلى، مما يزيد من الكثافة الإلكترونية والتفاعل بين الفوتونات والمادة، مما يؤدي إلى زيادة في معامل الانكسار. هذا السلوك المعقد لمعامل الانكسار يمكن استغلاله في تطوير مواد ضوئية ذات خصائص تحكم محددة. على سبيل المثال، فلاتر بصرية متقدمة حيث يمكن استخدام هذه الأغشية في فلاتر بصرية تتحكم بشكل دقيق في تمرير الضوء عند طاقات معينة، مما يمكن استخدامه في التطبيقات الليزرية أو أجهزة الاتصالات الضوئية، و تطبيقات في الموجّهات ضوئية Optical Waveguides حيث يمكن استخدام هذه الأغشية في الموجّهات الضوئية التي تعتمد على التحكم في معامل الانكسار لنقل الإشارات الضوئية بكفاءة، كذلك يمكن تطبيقه في الحساسات ضوئية حيث يمكن استخدامها في تصنيع حساسات ضوئية تستجيب للطاقات الضوئية المختلفة، مما يكون مفيداً في الأجهزة التي تحتاج إلى استشعار الضوء بترددات معينة. بصورة عامة هذا السلوك في الأغشية يمكن أن يكون مهماً في التطبيقات التي تتطلب التحكم الدقيق في التفاعلات بين الضوء والمادة ذات سلوك غير منتظم مع زيادة الطول الموجي للضوء الساقط .

الاستنتاجات:

من العمل اعلاه نستنتج بانه يمكن بنجاح تحضير اغشية بوليمرية من البولي إيثيلين جلايكول بطريقة الطلاء الدوراني وتحسين خواصها التركيبية والبصرية من خلال تطعيمها بصبغة الرودامين G6 حيث تحسنة الحالة البلورية للأغشية المحضرة بعد عملية التطعيم . كما اشارت سوليكيات المعلومات البصرية المقاسة وتأثير التطعيم عليها والتي اظهرت تغيرا واضحا عند الطول الموجي 540 نانومتر بعد عملية التطعيم حيث ظهرت قمة الامتصاص العائدة لصبغة الرودامين وتأثير ذلك بالتحديد معامل الانكسار كانت اشارة واضحة الى امكانية تطبيق هذه الاغشية في النبائط الالكتروبصرية المستخدمة في الموجّهات و الحساسات ضوئية .

References:

- 1- The Malik S., Muhammad K., Waheed Y., Nanotechnology: A Revolution in Modern Industry, Molecules, vol. 28, no. 2, pp. 661, 2023.
- 2- Hao Wu, Guohua Fan, An Overview of Tailoring Strain Delocalization for Strength-Ductility Synergy, Progress in Materials Science, Vol. 113, pp. (100675) 1-51, 2020.
- 3- Abbass A. Hashim, Polymer Thin Films, In-Tech, Croatia, 2010
- 4- X. Li, X. Yu, Y. Han, Polymer Thin Films for Antireflection Coatings, J Mater Chem C Mater, vol. 1, no. 12, pp. 2266–2285, 2013.
- 5- Marc Gensch, Matthias Schwartzkopf, Wiebke Ohm, Calvin J. Brett, Pallavi Pandit, Sarathlal Koyiloth Vayalil, Lorenz Bießmann, Lucas P. Kreuzer, Jonas Drewes, Oleksandr Polonskyi, Thomas Strunskus, Franz Faupel, Andreas Stierle, Peter Müller-Buschbaum, and Stephan V. Roth, Correlating Nanostructure, Optical and Electronic Properties of Nanogranular

- Silver Layers during Polymer-Template-Assisted Sputter Deposition, ACS Appl Mater Interfaces, vol. 11, no. 32, pp. 29416–29426, 2019.
- 6- Francesco M. Veronese, PEGylated Protein Drugs: Basic Science and Clinical Applications, Springer Science & Business Media, 2009
- 7- Fatima S. Jalli, Tariq J. Alwan, Noora J. Mohmmmed, Preparation and Study the Properties of PEG/Zn_(Ext)² Thin Films Prepared by A Spin Coating Method, Journal of the College of Basic Education, vol. 114, no. 28, pp. 454-462, 2022
- 8- Tsung-Ling Chiang, Yu-Chen Wang, Wang-Hsien Ding, Trace Determination of Rhodamine B and Rhodamine 6G Dyes in Aqueous Samples by Solid-phase Extraction and High-performance Liquid Chromatography Coupled with Fluorescence Detection, Journal of the Chinese Chemical Society, vol.59, no. 4, pp. 515-519, 2012
- 9- Joseph R. Lakowicz, Principles of Fluorescence Spectroscopy, Springer Science & Business Media, 2013
- 10- Cui Tian, Cuihua Ma, Xinning Han, Zhi Feng Zhang, Doping of Polymer Optical Fiber Cladding by Rhodamine 6G in Aqueous Solution at Elevated Temperature, Polymer Bulletin, vol. 80, no. 3, pp.1-9, 2022
- 11- Nico Lars Grotkopp, Marcella Horst, Mattis Batzer, Georg Garnweitner, Annelise Jean-Fulcrand, Flexible Freestanding Thin Polyethylene Oxide-Based Film as Artificial Solid–Electrolyte Interface to Protect Lithium Metal in Lithium–Sulfur Batteries, Advanced Energy and Sustainability Research, vol. 4, no. 2, pp. 2200146 (1-6), 2023
- 12- Shanmuganathan Venkatesan, Nguyen Huong Tra My, Hsisheng Teng, Yuh-Lang Lee, Thin Films of Solid-State Polymer Electrolytes for Dye-Sensitized Solar Cells, Journal of Power Sources, Vol. 564, pp. 232896, 2023
- 13- Lubna Rashid Majeed, Saria Muhammad Dhiyab, Muhammad Odeh Daoud, The effect Thickness In₂O₃ film on optical properties, Journal of the College of Basic Education, vol. 58, pp. 623 – 637, 2009
- 14- A. A. Azli, N. S. A. Manan, M. F. Z. Kadir, Conductivity and Dielectric Studies of Lithium Trifluoromethanesulfonate Doped Polyethylene Oxide-Graphene Oxide Blend Based Electrolytes, Advances in Materials Science and Engineering, vol. 2015, Article ID 145735, p. 10, 2015
- 15- Nesterov P.V., Shilovskikh V.V., Sokolov A. D., Gurzhiy V.V., Novikov A. S., Timralieva A. A., Belogub E. V., Kondratyuk N. D. Orekhov N. D., Skorb, E. V. Encapsulation of Rhodamine 6G Dye

Molecules for Affecting Symmetry of Supramolecular Crystals of Melamine-Barbiturate, Symmetry, vol.13, no. 1119, pp. 2-13, 2021

16- Anji Reddy Polu, Hee-Woo Rhee, The Effects of LiTDI Salt and POSS-PEG ($n = 4$)

Hybrid Nanoparticles on Crystallinity and Ionic Conductivity of PEO Based Solid Polymer Electrolytes, Science of Advanced Materials, vol. 8, pp. 931–940, 2016

17- Mahasin F. Hadi Al-Kadhemy, Khaldoon N. Abbas, Walaa B. Abdalmuhdi, Physical Properties of Rhodamine 6G Laser Dye Combined in Polyvinyl Alcohol films as Heat Sensor, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, vol. 928, pp. 072126, 2020.

18- A. Kathalingam, T. Mahalingam, C. Sanjeeviraya, Optical and Structural Study of Electrodeposited Zinc Selenide Thin Films, Materials Chemistry and Physics, vol. 106, no.2-3, pp. 215-221, 2007

19- Lamis Faaz Nassier, Mohammed Hadi Shinen, Study of the Optical Properties of Poly (Methyl Methacrylate) (PMMA) by Using Spin Coating Method, Materials Today: Proceedings, vol. 60, no. 3, pp. 1660-1664, 2022

20- Hawra H. Obeed, Rajaa K. Mohammad, Hayder H. Al-aaraji, Khawla J. Tahir, Basheer M. Hussein, Noor J. Ridha, Firas K. Mohamed Alosfur, Rajaa A.Madloul , Study of the Optical Properties of Crystal Violet Doped PVA , The 9th International Conference on Applied Science and Technology (ICAST 2021) AIP Conf. Proc., vol. 2547, pp. 030021(1-8), 2022.

Preparation And Study The Structural And Optical Properties Of Polyethylene Glycol Thin Films Doped With Rhodamine 6g Dye.

Abstract:

To prepare polymeric films with optical properties that can be applied in optical sensors and other electro-optical devices, thin films of polyethylene glycol polymer were prepared by spin-coating on glass substrates and then doped with different percentages of rhodamine 6G dye (2 and 4 wt.%). FE-Scanning electron microscope images it was shown that the prepared films have homogeneous and regular surfaces and contain some minor defects, and that the addition of rhodamine dye does not affect the morphology of the prepared films. The X-ray diffraction patterns showed that all samples had a polycrystalline structure and that the crystalline state improved after doping with rhodamine dye. Diagnosis of optical properties was performed using a UV-Vis spectrophotometer. Absorption, transmittance, absorption coefficient, and optical gap energy were measured and studied, in addition to the optical constants represented by the extinction coefficient and refractive index at the wavelength range from 300 to 650 nm. The clear effect of doping with rhodamine dye on these optical parameters was demonstrated. The effect of doping with rhodamine dye and the behavior of the refractive index with the energy of the incident photon indicate the possibilities of applying these thin films in routers and optical sensors.

Keyword: Polymers, polyethylene glycol, rhodamine 6G, thin films

Note: The research is based on a master's thesis or a doctoral thesis (if any). No